

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-006133
(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl. G11B 5/455
G11B 5/39

(21)Application number : 11-169976
(22)Date of filing : 16.06.1999

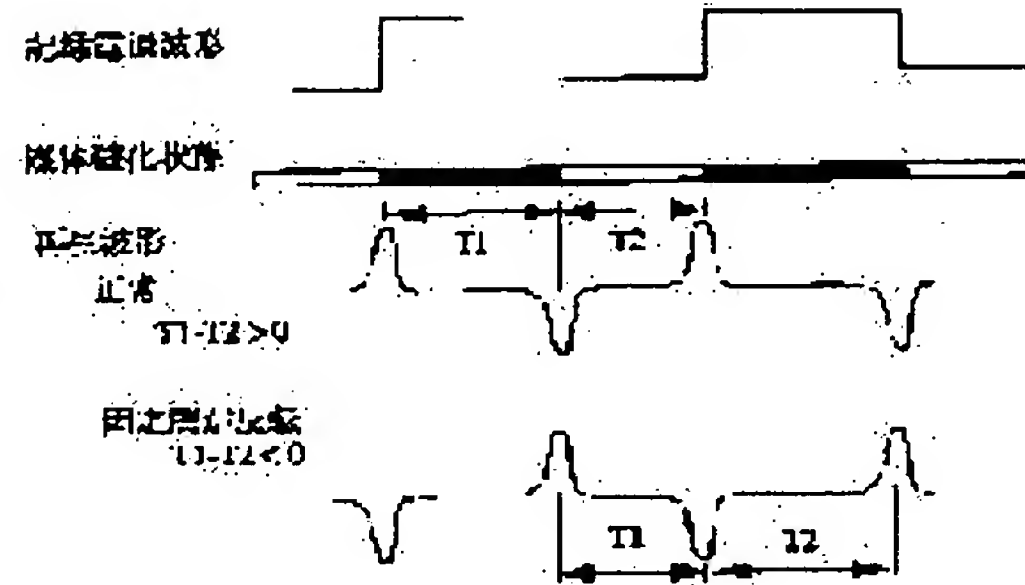
(71)Applicant : HITACHI LTD
(72)Inventor : OTSU TAKAYOSHI
ONO ATSUSHI
KUSHIDA NOBUMASA
NATORI SHOJI

(54) MAGNETIC HEAD EVALUATING METHOD AND INSPECTING DEVICE AND MAGNETIC DISK DEVICE EQUIPPED WITH MAGNETIC HEAD EVALUATING FUNCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for evaluating a magnetic head for detecting the magnetic pole inversion of the fixed layer of a head element, and a method for manufacturing the magnetic head including the evaluating process of the magnetic head, and an inspecting device and a magnetic disk device equipped with the magnetic head evaluating function.

SOLUTION: In this method for evaluating a magnetic head, a recording pattern in which a time interval T1 from a positive pulse to a negative pulse and a time interval T2 shorter than the time interval T1 from a negative pulse to a positive pulse are made different is recorded in a recording medium, and the time interval T2 is subtracted from the time interval T1 of reproduced waveform obtained by reproducing the recording pattern from the recording medium, and when the value of this (T1-T2) is negative, it is judged and evaluated that the magnetizing direction of the fixed layer of a GMR element is inverted. Also, it is possible to provide an inspecting device and a magnetic disk device to which the magnetic head evaluating method is applied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.10.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-6133

(P2001-6133A)

(43)公開日 平成13年1月12日(2001.1.12)

(51)Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/455
5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/455
5/39

テームト(参考)

C 5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-169976

(22)出願日 平成11年6月16日(1999.6.16)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 大津 孝佳

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 大野 淳

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 100059269

弁理士 秋本 正実

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ヘッドの評価方法、該磁気ヘッド評価機能を備えた検査装置及び磁気ディスク装置

(57)【要約】

【課題】 GMRヘッドの固定層の磁化方向の異常及び評価。

【解決手段】 正パルスから負パルスまでの時間間隔T₁と負パルスから正パルスまでのか1より短い時間間隔T₂とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、記録媒体から記録パターンを再生した再生波形の前記時間間隔T₁から間隔T₂とを除算し、この(T₁-T₂)の値が負のときにGMR素子の固定層の磁化方向が反転したと判定及び評価する磁気ヘッドの評価方法。この磁気ヘッドの評価方法を適用した検査装置及び磁気ディスク装置。

記録電流波形

媒体磁化状態

再生波形
正常

T₁-T₂>0

固定層が反転
T₁-T₂<0

図1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定層を含むヘッド素子を備える磁気ヘッドの評価方法であって、正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、該記録媒体から前記記録パターンを再生した再生波形の前記正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とを比較し、前記両時間間隔の差によりヘッド素子の固定層の磁化方向の反転を評価することを特徴とする磁気ヘッドの評価方法。

【請求項2】 前記正パルスから負パルスまでの時間間隔を T_1 とし、前記負パルスから正パルスまでの時間間隔を前記時間間隔 T_1 より短い時間間隔 T_2 とし、前記時間間隔 T_1 から時間間隔 T_2 を引いた値が負のときにヘッド素子の固定層の磁化方向が反転したと評価することを特徴とする請求項1記載の磁気ヘッドの評価方法。

【請求項3】 記録媒体と、該記録媒体を回転駆動するスピンドルモータと、評価を行う磁気ヘッドを用いて記録媒体にデータの記録再生を行うデータ記録再生回路と、これらを制御する制御回路とを備え、固定層を含むヘッド素子を搭載する磁気ヘッドの評価を行う磁気ヘッドの評価装置において、前記データ記録再生回路が、正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、該記録媒体から前記記録パターンを再生して再生波形を得、前記制御回路が、前記再生波形の前記正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とを比較し、前記両時間間隔の差によりヘッド素子の固定層の磁化方向の反転を評価することを特徴とする磁気ヘッドの評価装置。

【請求項4】 前記データ記録再生回路が、前記正パルスから負パルスまでの時間間隔を T_1 とし、前記負パルスから正パルスまでの時間間隔を前記時間間隔 T_1 より短い時間間隔 T_2 とした記録パターンを記録媒体に記録し、前記制御回路が、前記時間間隔 T_1 から時間間隔 T_2 を引いた値が負のときにヘッド素子の固定層の磁化方向が反転したと評価することを特徴とする請求項3記載の磁気ヘッドの評価装置。

【請求項5】 記録媒体と、該記録媒体を回転駆動するスピンドルモータと、固定層を含むヘッド素子を搭載する磁気ヘッドと、該磁気ヘッドにより記録媒体にデータの記録再生を行うデータ記録再生回路と、これらを制御する制御回路とを備える磁気ディスク装置において、前記データ記録再生回路が、正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 と該時間間隔 T_1 より短い負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 とから成る記録パターンを記録媒体に記録すると共に、該記録媒体から前記記録パターンを再生して再生波形を得、前記制御回路が、前記時間間隔 T_1 から時間間隔 T_2 を引いた値が負のとき、ヘッド素子の固定層の磁化方向が反転したと判定すること

を特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッドの評価方法、この磁気ヘッド評価機能を備えた検査装置及び磁気ディスク装置に係り、特にGMRヘッドの固定層の磁気的反転を検出することができる磁気ヘッドの評価方法、検査装置及び磁気ディスク装置に関する。

【0002】

10 【従来の技術】一般に磁気ディスク装置は、図3に示すように、回転駆動される様に積層された複数の記録媒体1と、該記録媒体1上に位置してデータの記録再生を行う複数の磁気ヘッド2と、該磁気ヘッド2を記録媒体1上で回転的に移動するアクチュエータ3とを備え、前記記録媒体1を回転駆動した状態でアクチュエータ3が磁気ヘッド2を記録媒体1上の任意のトラックに位置決めを行ってデータの記録再生を行う様に構成されている。

20 【0003】前記磁気ヘッド2は、図4に示す如く、磁気ヘッド素子6を一端に搭載するスライダ5と、該スライダ5を弾性的に支持するバネ4とを備え、高速回転を行う記録媒体1上にスライダ5を空気力学的作用により数10ナノメートルの間隔で浮上させ、データの記録再生を行うものであり、近年は、磁気ディスク装置の小型化や大容量化に伴い、より高い再生感度が要求されている。

30 【0004】そこで近年の磁気ヘッドは、磁気抵抗効果を用いたMRヘッド(magneto resistive head)が採用されている。このMRヘッドは、図5に示す如く、コイル8及び磁気コア9とを備え、記録媒体に信号を記録するインダクティブ型の記録ヘッド素子7と、データ再生を行うMR膜11及び再生電極12とを備えるMRヘッド素子とから構成されている。

40 【0005】このMRヘッドは、MR膜11の膜厚が20nmと薄く、静電気によるESD(electro static discharge: 静電気放電)に対して非常に弱い特徴がある。この耐電圧は、以前の誘導型のインダクティブ型薄膜ヘッドの耐電圧がほぼ100V以上に対し、MRヘッドでは約40Vと低い値であり、MRヘッドが半導体の耐電圧がほぼ100Vと比較しても非常にESDに対する感度の高い電子デバイスであるといえる。

50 【0006】一方MRヘッドは、これまでの研究から前記ESDやEOS(Electro over stress: 高電圧負荷)によって2つの破壊モードがあることが知られている。1つは高電圧による放電や高電流により発熱し、これによる物理的破壊である。この物理的破壊は、急激な発熱によりMR素子自体が溶けてしまうことによって生じ、抵抗値の異常増加や異常減少を伴い、外觀形状の異常によって検出することができる。また、高電界による放電破壊も抵抗値の異常増加や異常減少を伴い、外觀形状の異常によって検出することができる。

【0007】もう1つの破壊モードは、高電流による磁界により生じる磁氣的破壊である。これは、高電流による磁界によってMR膜内の磁氣的安定性が破壊され、物理的破壊を生じないものの、磁区が形成される現象である。この磁氣的破壊は、抵抗変化や形状異常は伴わず、MR素子の再生波形の異常として現われ、例えば、再生波形の不安定や正側と負側の振幅の異常として現れる。

【0008】このような磁氣的破壊が起こった場合、磁気ヘッドは、正確なデータの検出が出来ず、データにエラーが生じたり、サーボ信号が再生出来きず、位置決めが出来なくなる事態が起こる。

【0009】従来技術による前記磁氣的破壊を解決する方法は、再度、磁気ヘッドのMR素子に再着磁を行ない、イニシャライズを行なうことにより本来の磁気特性に戻すことが提案されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】さて近年では、更なる高記録密度化に対応して、図5に示すMR素子の代わりに、さらに再生感度の高いGMR素子を用いたGMRヘッド(Giant MR head)が用いられているこのGMR素子は、図6に示すように、固定層15と自由層14と反強磁性層16とを有し、図6(a)の如く固定層15と自由層14との磁化方向が逆方向の時に抵抗値が高くなって正出力となり、図6(b)の如く磁化方向が同方向の時に抵抗が低くなって負出力となる特性を持つ。

【0011】また前記固定層15は、反強磁性層16による交換結合によりトラック幅方向と直角方向である記録媒体からの信号磁束の来る方向を向いており、自由層14は、その両側に置かれた磁区制御用の永久磁石によりトラック幅方向と同じ方向である記録媒体からの信号磁束の来る方向と直角方向を向いているため、固定層15の磁化方向は出力波形の正負の極性を決定する上で重要である。

【0012】このGMR素子のESD耐圧は、MRヘッドよりも低い10～30Vであり、特にESDによる高電流による発熱と高磁界により、図7(a)に示すように固定層15の磁化方向が正規の方向から逆転し、図7(b)の如く反対方向を向いてしまうという特性を持っている。即ち、GMR素子は、ESDにより固定層と自由層の磁化の向きの関係が逆転し、記録媒体からの磁界の向きが同じのため、再生波形の極性が正規の逆となる特性を持っている。

【0013】この印加磁界と再生出力の関係を図8に示す。前述した様にGMR素子は、ESDによって固定層15の磁化の方向が逆転すると、図8に示した特性Aから特性Bの如く再生出力の極性が全く逆となる。従って、磁気ヘッドの製造乃至組立工程等のプロセス中にESDが発生して固定層が逆方向となった場合、出力波形の正負の極性が逆になり、従来の検査方法では再生振幅の大きさを測定するだけのため、極性反転したものの検

出はできないと言う不具合があった。

【0014】更に前記極性が反転したGMR素子を持つ磁気ヘッドが磁気ディスク装置に組まれた場合、装置において再生信号の極性が逆転し、データ信号やサーボ信号を誤ってしまう不具合が生じていた。

【0015】本発明の目的は、前記従来技術による不具合を除去することであり、ヘッド素子の固定層の磁極反転を検出することができる磁気ヘッドの評価方法、この磁気ヘッドの評価行程を含む磁気ヘッドの製造方法、前記磁気ヘッド評価機能を備えた検査装置及び磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため本発明は、固定層を含むヘッド素子を備える磁気ヘッドの評価方法において、正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、該記録媒体から前記記録パターンを再生した再生波形の前記正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とを比較し、前記両時間間隔の差によりヘッド素子の固定層の磁化方向の反転を評価することを第1の特徴とし、この磁気ヘッドの評価方法において、前記正パルスから負パルスまでの時間間隔をT1とし、前記負パルスから正パルスまでの時間間隔を前記時間間隔T1より短い時間間隔T2とし、前記時間間隔T1から時間間隔T2を引いた値が負のときにヘッド素子の固定層の磁化方向が反転したと評価することを第2の特徴とする。

【0017】また本発明は、記録媒体と、該記録媒体を回転駆動するスピンドルモータと、評価を行う磁気ヘッドを用いて記録媒体にデータの記録再生を行うデータ記録再生回路と、これらを制御する制御回路とを備え、固定層を含むヘッド素子を搭載する磁気ヘッドの評価を行う磁気ヘッドの評価装置において、前記データ記録再生回路が、正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、該記録媒体から前記記録パターンを再生して再生波形を得、前記制御回路が、前記再生波形の前記正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とを比較し、前記両時間間隔の差によりヘッド素子の固定層の磁化方向の反転を評価することを第3の特徴とし、該特徴の磁気ヘッドの評価装置において、前記データ記録再生回路が、前記正パルスから負パルスまでの時間間隔をT1とし、前記負パルスから正パルスまでの時間間隔を前記時間間隔T1より短い時間間隔T2とした記録パターンを記録媒体に記録し、前記制御回路が、前記時間間隔T1から時間間隔T2を引いた値が負のときにヘッド素子の固定層の磁化方向が反転したと評価することを第4の特徴とする。

【0018】更に本発明は、記録媒体と、該記録媒体を回転駆動するスピンドルモータと、固定層を含むヘッド

素子を搭載する磁気ヘッドと、該磁気ヘッドにより記録媒体にデータの記録再生を行うデータ記録再生回路と、これらを制御する制御回路とを備える磁気ディスク装置において、前記データ記録再生回路が、正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 と該時間間隔 T_1 より短い負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 とから成る記録パターンを記録媒体に記録すると共に、該記録媒体から前記記録パターンを再生して再生波形を得、前記制御回路が、前記時間間隔 T_1 から時間間隔 T_2 を引いた値が負のとき、ヘッド素子の固定層の磁化方向が反転したと判定することを第5の特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態による磁気ヘッドの評価方法、この磁気ヘッドの評価行程を含む磁気ヘッドの製造方法、更に前記磁気ヘッド評価機能を備えた検査装置及び磁気ディスク装置を図面を参照して詳細に説明する。

【0020】図1は、本発明による磁気ヘッドの評価方法の原理を説明するための図であり、磁気ディスク装置／磁気ヘッド評価機能を備えた検査装置（以下、磁気ヘッドの評価方法等と呼ぶ）に適用される記録電流波形と記録媒体（磁気ディスク）の磁化状態乃至再生波形の関係を示す図である。

【0021】本実施形態による磁気ヘッドの評価方法は、まず、図1に示す如く、信号記録時において記録媒体に正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔が異なる記録電流波形を用いてデータの記録を行う。即ち、記録電流波形の切り換え時間を非対称、具体的には正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 と、負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 を時間間隔 T_1 より短くした電流波形により記録を行い、媒体の磁化状態をハイレベルのときに黒線、ローレベルのときに白線の如く記録する。次に本磁気ヘッドの評価方法は、前記非対称に記録した信号をGMRヘッドを用いて再生する。この再生波形は、記録媒体からの磁束により自由層が上を向き、固定層の向きと反平行となると、正パルスとなる。これは、前述のGMR効果によりGMR素子の抵抗が高くなるためである。また、記録媒体からの磁束により自由層が下を向き、固定層の向きと平行となると、負パルスとなる。これは、GMR効果により素子の抵抗が低くなるためである。

【0022】次に本評価方法は、前記正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 と負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 を測定する。GMRヘッドが正常な場合、その時間間隔 $T_1 - T_2$ のアシンメトリー（ $T_1 - T_2$ ）は0より大きい値となる。

【0023】しかしながら磁気ヘッドの製造乃至組立工程等のプロセス中にESDが発生して固定層が逆方向となった場合、出力波形の正負の極性が逆になり、固定層の磁化の向きが反転し、正負の極性が逆転する。このた

めESD発生時の再生波形は、正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1' （ $=T_2$ ）と負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2' （ $=T_1$ ）の時間間隔のアシンメトリー（ $T_1' - T_2'$ ）が0より小さくなることが分かる。

【0024】本発明による磁気ヘッドの評価方法等は、前記正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 と負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 を測定し、このアシンメトリー値が正又は負かを判定することにより、ESDが発生したか否かを評価するものである。本発明による磁気ディスク装置は、実装置そのものの制御プログラムに前記評価行程を加え、データの記録再生時以外の空き時間に例えば所定駆動時間毎に前記評価を行い、ESDの発生を検知した場合はエラーの警告や復旧処理を促す等の処理を行い、本発明による磁気ヘッドの検査装置は、同様に磁気ヘッド製造工程に前記評価行程を加えてESD発生有無の評価を行うものである。

【0025】次に前記実施形態による磁気ヘッド評価方法のアルゴリズムを図2を参照して説明する。このアルゴリズムは、前記非対称の正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 と負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 の記録パターン201を用いて記録媒体に記録し、この記録信号を評価対象であるGMRヘッドにより再生して再生波形202を得る。次に前記再生波形202から正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 （符号204）と負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 （符号205）と波形振幅 E （符号206）を測定し、これら時間間隔 T_1/T_2 及び波形振幅 E を基に前述したアルゴリズム207を用いてGMRヘッドにESDが発生したか否かを判定する。

【0026】このアルゴリズム207は、①図示した様に間隔 $T_1 - 間隔T_2 > 0$ 、且つ振幅 $E > E_0$ 、且つリード（R）が成功（OK）のときはGMRヘッドにESDが発生していないと判定し、②間隔 $T_1 - 間隔T_2 > 0$ 、且つ振幅 $E < E_0$ 、且つリード（R）が成功（OK）のときはESDが発生してGMR素子が固定層反転211と判定し、③間隔 $T_1 - 間隔T_2 > 0$ 、且つ振幅 $E < E_0$ 、且つリード（R）が不成功（NG）のときはESDが発生していないもののリードエラーのためエラー（NG）発生と判定し、④間隔 $T_1 - 間隔T_2 = 0$ 、且つリード（R）が成功（OK）のときはESDが発生してGMR素子が固定層反転211と判定し、⑤間隔 $T_1 - 間隔T_2 = 0$ 、且つリード（R）が不成功（NG）のときはESDが発生していないもののリードエラーのためエラー（NG）発生と判定し、⑥間隔 $T_1 - 間隔T_2 < 0$ 、且つリード（R）が成功（OK）のときはESDが発生していないもののリードエラーのためエラー（NG）発生と判定し、⑦間隔 $T_1 - 間隔T_2 < 0$ 、且つリード（R）が不成功（NG）のときはESDが発生し且つリードエラーのためエラー（NG）発生と判定す

る。尚、前記E0は正常なGMRヘッドの標準の波形振幅、Eは観測したGMRヘッドの波形振幅を示す。

【0027】これにより本アルゴリズム207は、ESDが発生せず正常(OK)と、ESDが発生していないもののリードエラー(NG)と、ESDにより固定層の磁化の向きが反転した異常ヘッドを判定することができる。

【0028】前記固定層反転211を判定したGMRヘッドに対して本実施形態は、固定層磁化反転矯正208して正常な磁化に戻す、又は再生波形反転209を施してGMR素子判定があるものの波形反転によりデータを正常に再生する、又はセンス電流方向反転210を施して固定層の磁化反転をイニシャライズを行うことにより、GMRヘッドの異常に対して対処することができる。尚、前記固定層磁化反転矯正208を施した場合は、その矯正を確認するため、再び再生波形202を得、フィードバックしてGMRヘッドの磁化反転矯正の程度を調整することができる。

【0029】尚、前記②～⑤の場合は、間隔T1-間隔T2が正又は等しくても出力の低いものは部分的な反転が起きており出力等と組み合わせることによりGMRヘッドの異常の前兆を評価することができる。例えば、抵抗値に異常が無く、間隔T1-間隔T2=0に近い値の場合、固定層が反転途中で自由層と同じ横方向(トラック幅方向)を向いていると再生出力が無くなり、間隔T1-間隔T2=0に近い値を示すため異常の前兆を評価することができる。

【0030】本発明による磁気ヘッド評価方法は、非対称の間隔T1及び間隔T2を書き込み、該書き込んだ間隔T1及び間隔T2を再生し、これら間隔及び再生波形振幅をファクターとする前記図2に示したアルゴリズム207他を、磁気ディスク装置、磁気ヘッドの製造装置及び検査装置に組み込むことにより、実装置、製造工程、評価行程においてGMRヘッドの異常を評価することができる。

【0031】この磁気ディスク装置は、通常の磁気ヘッド、磁気ディスク、スピンドルモータ(駆動機構)、アクチュエータ及び制御回路から成り、前記制御回路の制御プログラムに図2に示したアルゴリズム207他を組み込むものであり、磁気ヘッドの検査装置は、前記磁気ディスク装置同様の構成を持ち、評価対象となる磁気ヘッド又は該磁気ヘッドを搭載した磁気ヘッドアセンブリを交換可能なものであり、その制御プログラムに図2に示したアルゴリズム207他を組み込むものである。

【0032】具体的に述べると、本発明による固定層を含むGMR素子を搭載する磁気ヘッドの評価を行う磁気ヘッドの評価装置は、記録媒体と、該記録媒体を回転駆動するスピンドルモータと、評価を行う磁気ヘッドを用いて記録媒体にデータの記録再生を行うデータ記録再生回路と、これらを制御する制御回路とを備え、固定層を

含むGMR素子を搭載する磁気ヘッドの評価を行う磁気ヘッドの評価装置において、前記データ記録再生回路が、正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、該記録媒体から前記記録パターンを再生して再生波形を得、前記制御回路が、前記再生波形の前記正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とを比較し、前記両時間間隔の差によりGMR素子の固定層の磁化方向の反転を評価し、前記正パルスから負パルスまでの時間間隔をT1、前記負パルスから正パルスまでの時間間隔を前記時間間隔T1より短い時間間隔T2としたとき、前記時間間隔T1から時間間隔T2を引いた値が負の場合にGMR素子の固定層の磁化方向が反転したと評価するものである。

【0033】また本発明による磁気ディスク装置は、記録媒体と、該記録媒体を回転駆動するスピンドルモータと、固定層を含むGMR素子を搭載する磁気ヘッドと、該磁気ヘッドにより記録媒体にデータの記録再生を行うデータ記録再生回路と、これらを制御する制御回路とを備え、前記データ記録再生回路が、正パルスから負パルスまでの時間間隔T1と該時間間隔T1より短い負パルスから正パルスまでの時間間隔T2とから成る記録パターンを記録媒体に記録すると共に、該記録媒体から前記記録パターンを再生して再生波形を得、前記制御回路が、前記時間間隔T1から時間間隔T2を引いた値が負のとき、GMR素子の固定層の磁化方向が反転したと判定するものである。

【0034】また前記磁気ヘッドの評価装置及び磁気ディスク装置は、時間間隔T1から時間間隔T2を引いた値が負のときにGMR素子の固定層の磁化方向が反転したと判定することに限らず、前述の実施形態でも説明した様に、間隔T1-間隔T2が正又は等しくても再生波形の振幅が低いものは部分的な反転が起きており前記振幅や出力等と組み合わせることによりGMRヘッドの異常の前兆を評価することもできる。更に前記説明ではGMRヘッドを例にとって説明したが、同様の効果はスピンドル型MRヘッド以外のGMRヘッドやトンネル効果型MRヘッド、超格子型MRヘッド等にも適用することができる。

【0035】この様に本実施形態による磁気ヘッドの評価方法、該磁気ヘッド評価機能を備えた検査装置及び磁気ディスク装置は、正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、該記録媒体から前記記録パターンを再生した再生波形の前記正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とを比較し、前記両時間間隔の差によりGMR素子の固定層の磁化方向の反転を検知して評価することができる。

【0036】尚、前記実施形態においては、図1の如く、正パルスから負パルスまでの時間間隔 T_1 が負パルスから正パルスまでの時間間隔 T_2 に比して長くした記録電流波形を用いてデータの記録を行う例を説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、前記時間間隔を逆に $T_2 > T_1$ とし、図2のアルゴリズム207中の $(T_1 - T_2)$ を $(T_2 - T_1)$ の如く逆にしてGMRヘッドの異常を検出する様に構成しても良い。更に前記実施形態においては、時間間隔の検出をピーク時間間隔としたが、ピークでなくとも任意の波形位置でも時間

間隔を求めることができる。

【0037】また、本発明は次に述べる実施形態としても表すことができる。

＜実施形態1＞ 信号記録時において、記録媒体に正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔の異なる記録機能を有し、再生時に正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔を測定し、その時間間隔のアシンメトリーによる極性判定機能。

＜実施形態2＞ 信号記録時において、記録媒体に正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔の異なる記録機能を有し、再生時に正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔を測定し、その時間間隔のアシンメトリーによる極性判定機能を有する磁気ヘッド検査装置。

＜実施形態3＞ 信号記録時において、記録媒体に正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔の異なる記録機能を有し、再生時に正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔を測定し、その時間間隔のアシンメトリーによる極性判定機能を有する磁気記録装置。

【0038】

【発明の効果】以上述べた如く本発明による磁気ヘッド*

*の評価方法、該磁気ヘッド評価機能を備えた検査装置及び磁気ディスク装置は、正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とが異なる記録パターンを記録媒体に記録し、該記録媒体から前記記録パターンを再生した再生波形の前記正パルスから負パルスまでの時間間隔と負パルスから正パルスまでの時間間隔とを比較し、前記両時間間隔の差によりGMR素子の固定層の磁化方向の反転を評価することができる。特に本発明の機能を有する磁気ヘッド検査装置を用いることにより、磁氣的に異常の無い信頼性の高いGMRヘッドを提供することが出来る。また本発明の機能を有する磁気記録装置（磁気ディスク装置）は、磁氣的に異常の無い信頼性の高いGMRヘッドを搭載し、信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理を説明するための記録パターンと再生波形の関係を示す図。

【図2】本発明による磁気ヘッド評価手法のアルゴリズムを説明するための図。

【図3】磁気ディスク装置を説明するための図。

【図4】磁気ヘッドを説明するための図。

【図5】MRヘッドを説明するための図。

【図6】GMR効果を説明するための図。

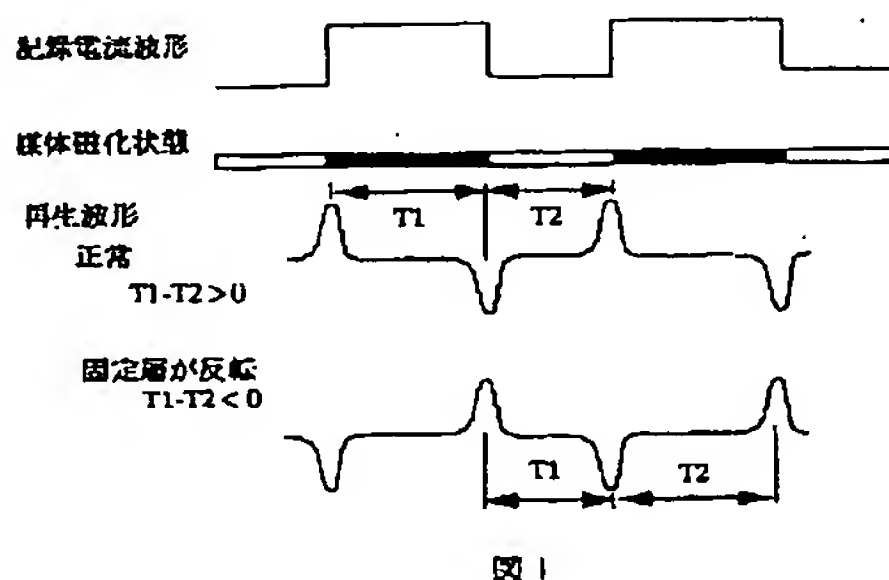
【図7】固定層の磁化方向の反転を説明するための図。

【図8】固定層の反転による出力極性の反転を説明するための図。

【符号の説明】

1：記録媒体、2：磁気ヘッド、3：アクチュエータ、4：バネ、5：スライダ、6：素子、7：記録用インダクティブヘッド、8：コイル、9：磁気コア、10：記録媒体上の記録磁化、11：MR膜、12：再生電極、13：外部磁界、14：自由層、15：固定層、16：反強磁性膜。

【図1】



【図2】

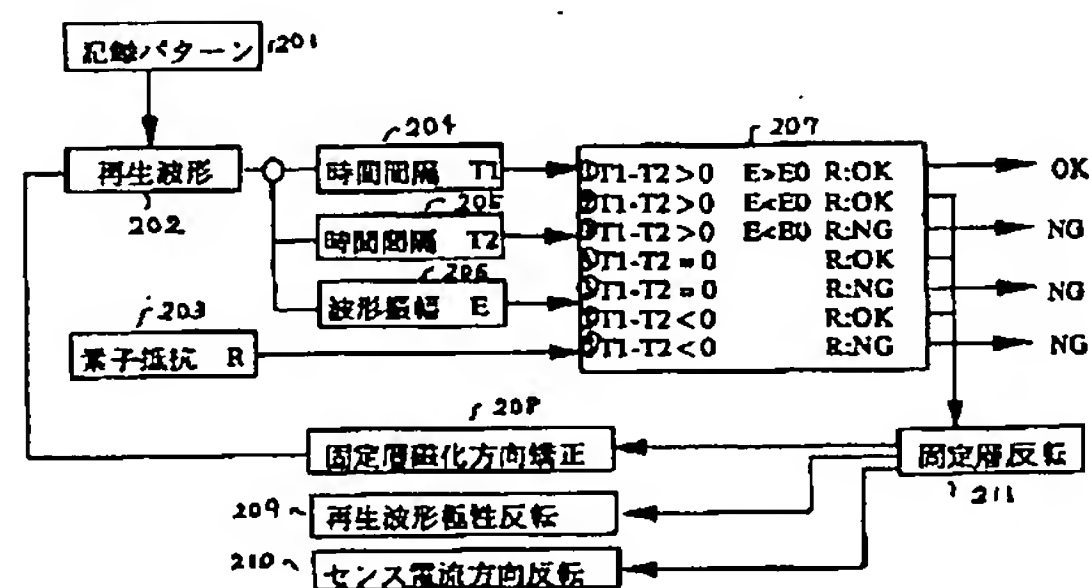


図2

【図3】

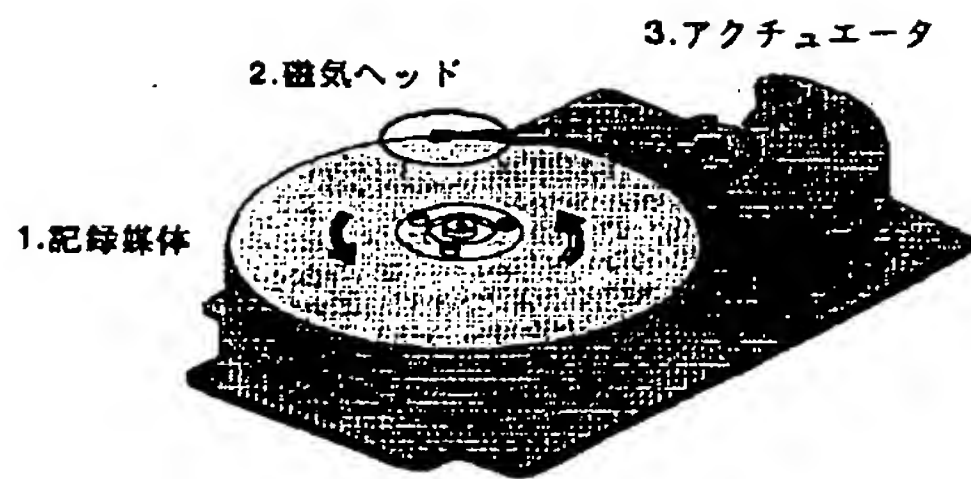


図3 磁気ディスク装置

【図4】

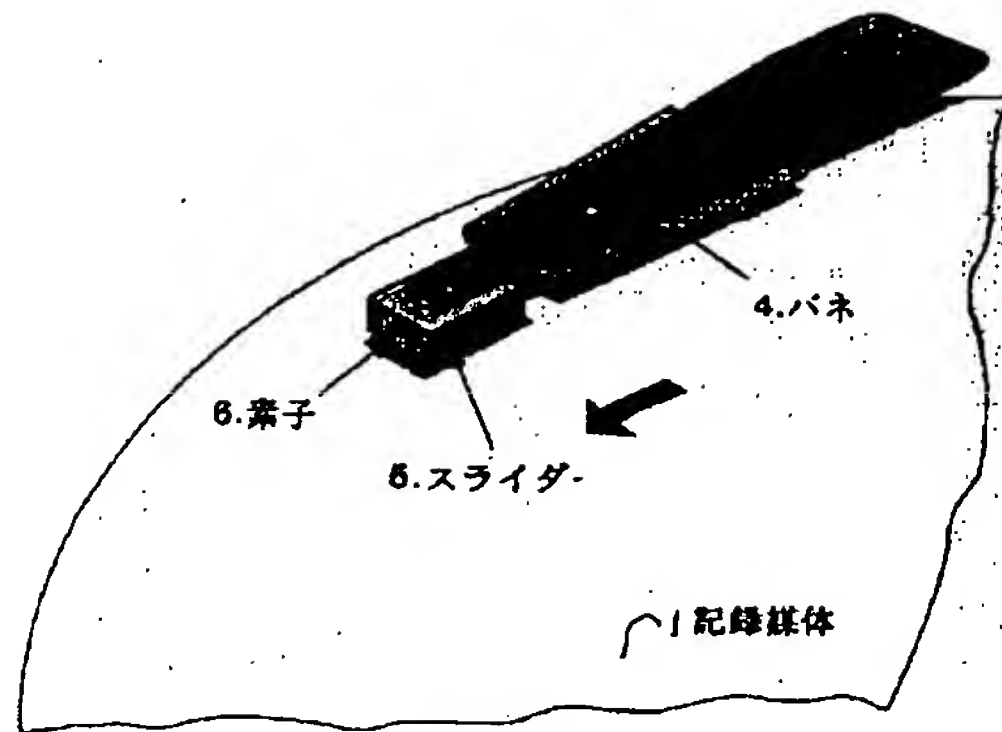


図4 磁気ヘッド

【図5】

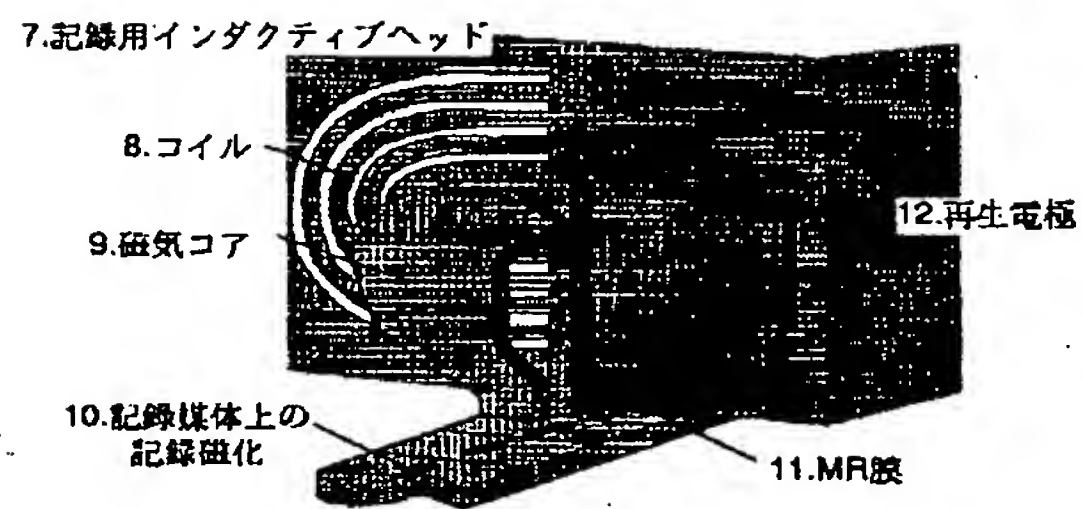


図5 MRヘッド

【図6】

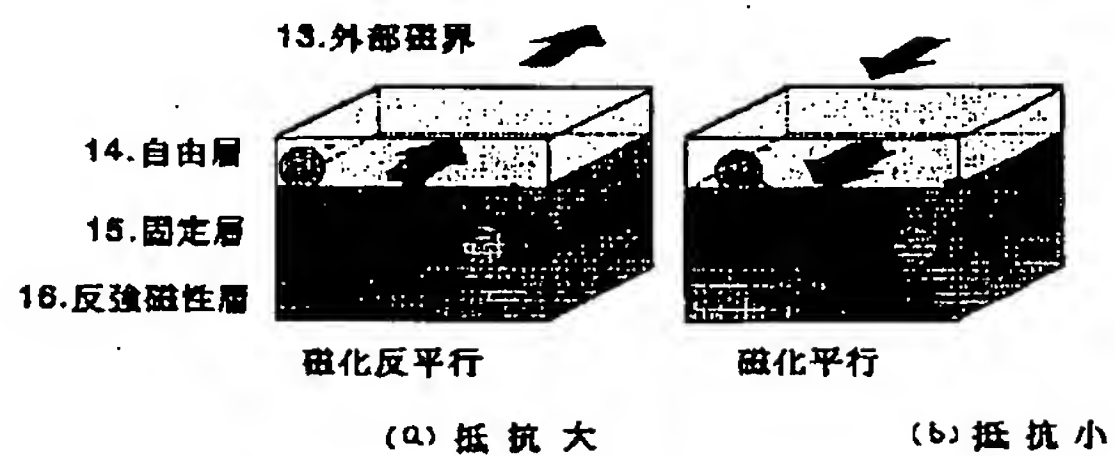


図6 GMR効果

【図7】

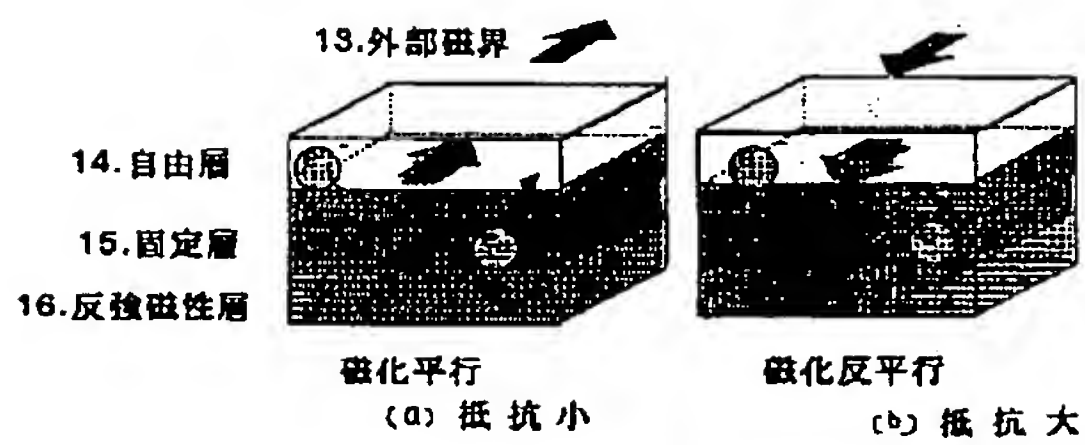


図7 固定層の磁化方向反転

【図8】

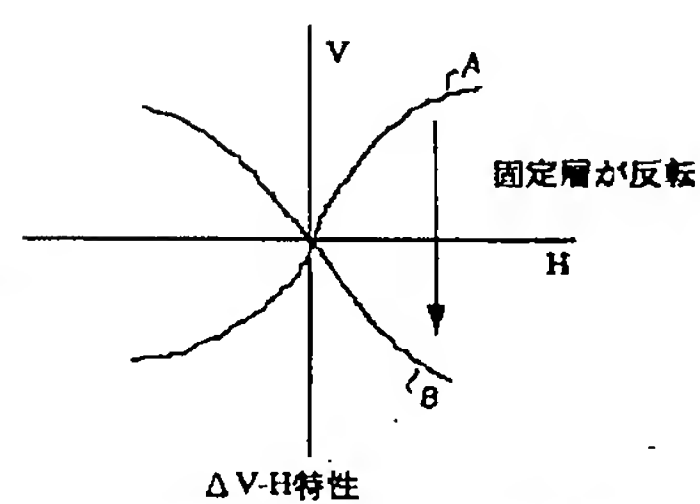


図8 固定層の反転による出力極性の反転

フロントページの続き

(72)発明者 梶田 伸昌
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 名取 章二
神奈川県小田原市国府津2880番地 日立コ
ンピュータ機器 株式会社内
Fターム(参考) 5D034 BA05 BB12 BB14